

L'ELECTRICITE

*cultiver le passé
enfanter l'avenir
tel est notre présent*

Formations spécialisées



L'ELECTRICITE

- 1) Les Principes fondamentaux de l'électricité
- 2) Le réseau de production et de distribution en France
- 3) L'architecture d'une installation domestique
 - Le comptage et la protection EDF
 - Le tableau de protection
 - Les conducteurs
 - L'appareillage
- 4) L'architecture d'une installation industrielle
- 5) Présentation des différents phénomènes qui peuvent se produire dans une installation et être à l'origine du feu
- 6) Comportement des installations sous l'effet du feu
- 7) Exemples de dysfonctionnements



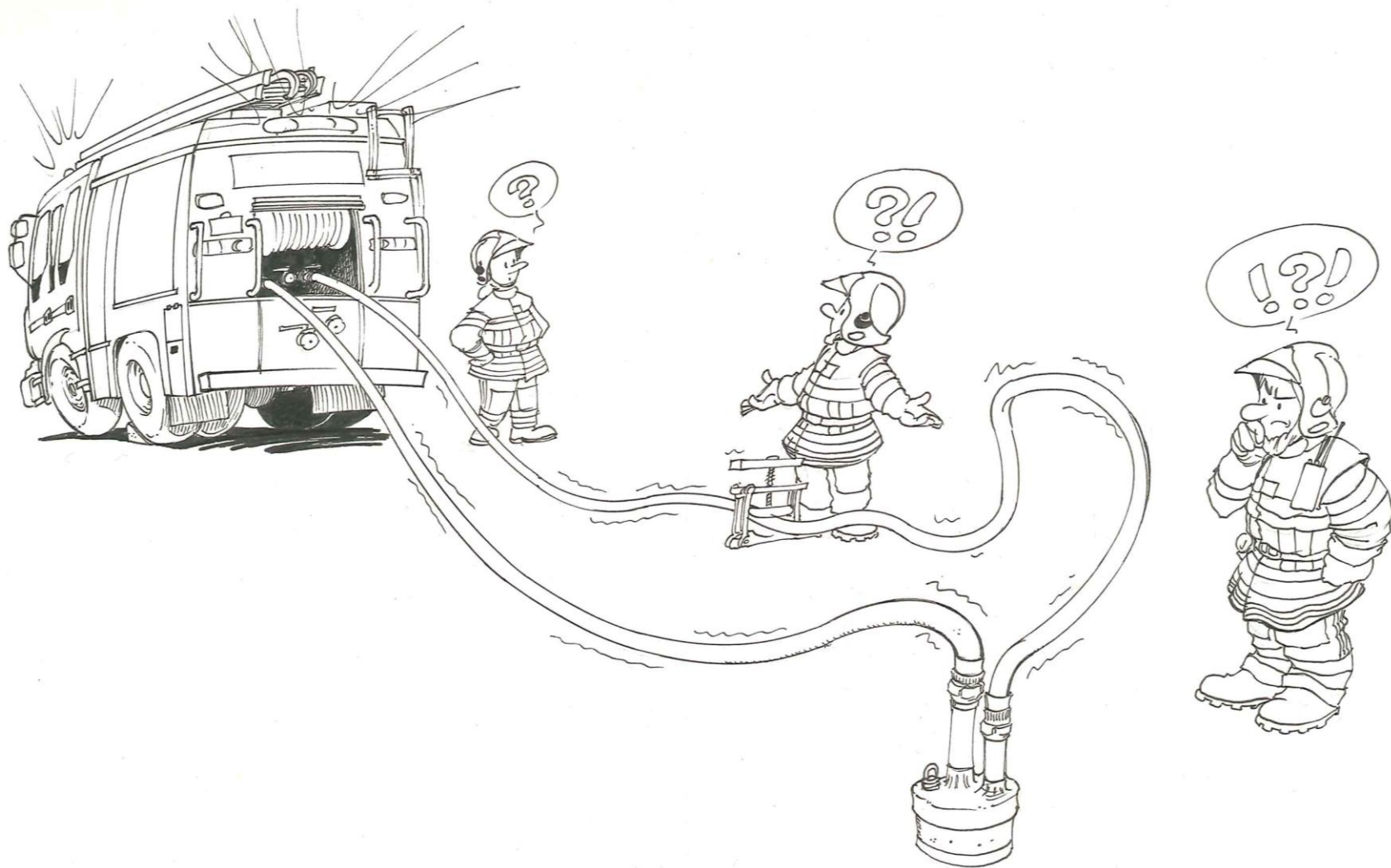
Première Partie

LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE L'ELECTRICITE

On peut comparer un circuit hydraulique à un circuit électrique

Composants d'un circuit hydraulique	Composants d'un circuit électrique
Pompe	Générateur
Pression	Tension
Manomètre	Voltmètre
Débit	Courant
Débitmètre	Ampèremètre
Vanne	Interrupteur
Frottement/étranglement	Résistance
Perte de charge	Perte de tension
Raccord/division	Connexion

ENSO SP



La loi d'Ohm

$$U = R \times I$$

Ou plutôt

$$U = Z \times I$$

Résistance



Self ou Bobine



Condensateur



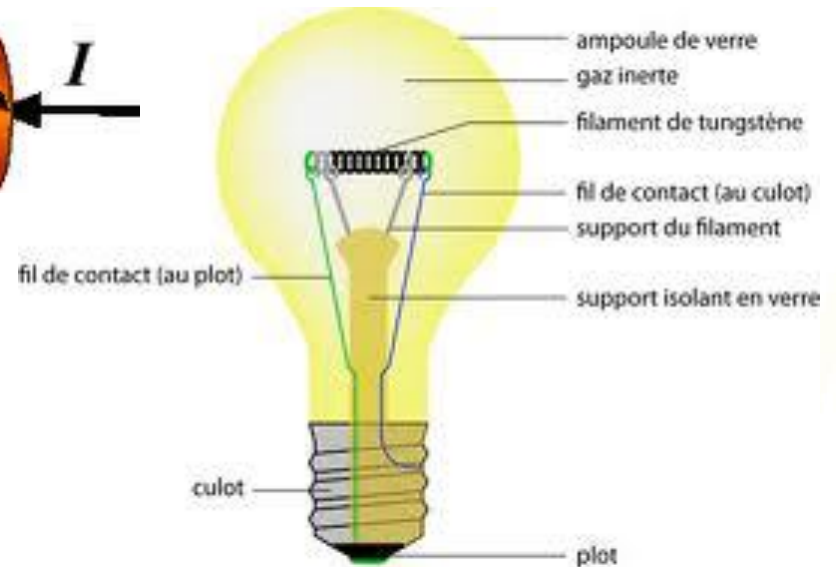
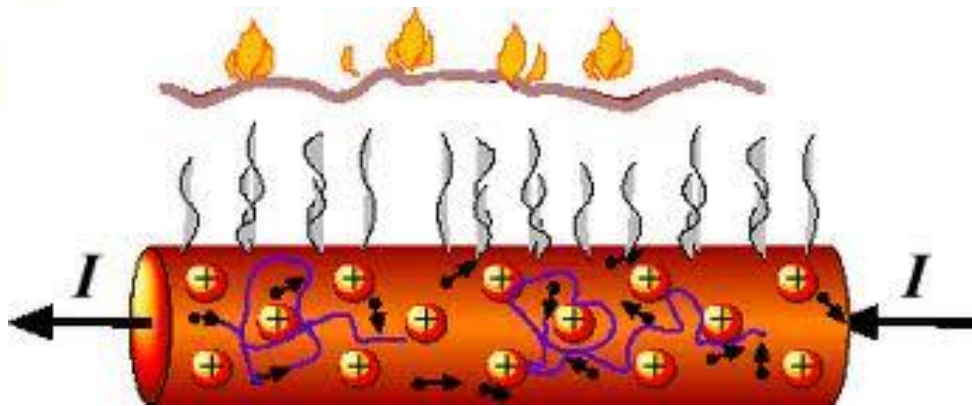
photo non contractuelle



Effet Joule

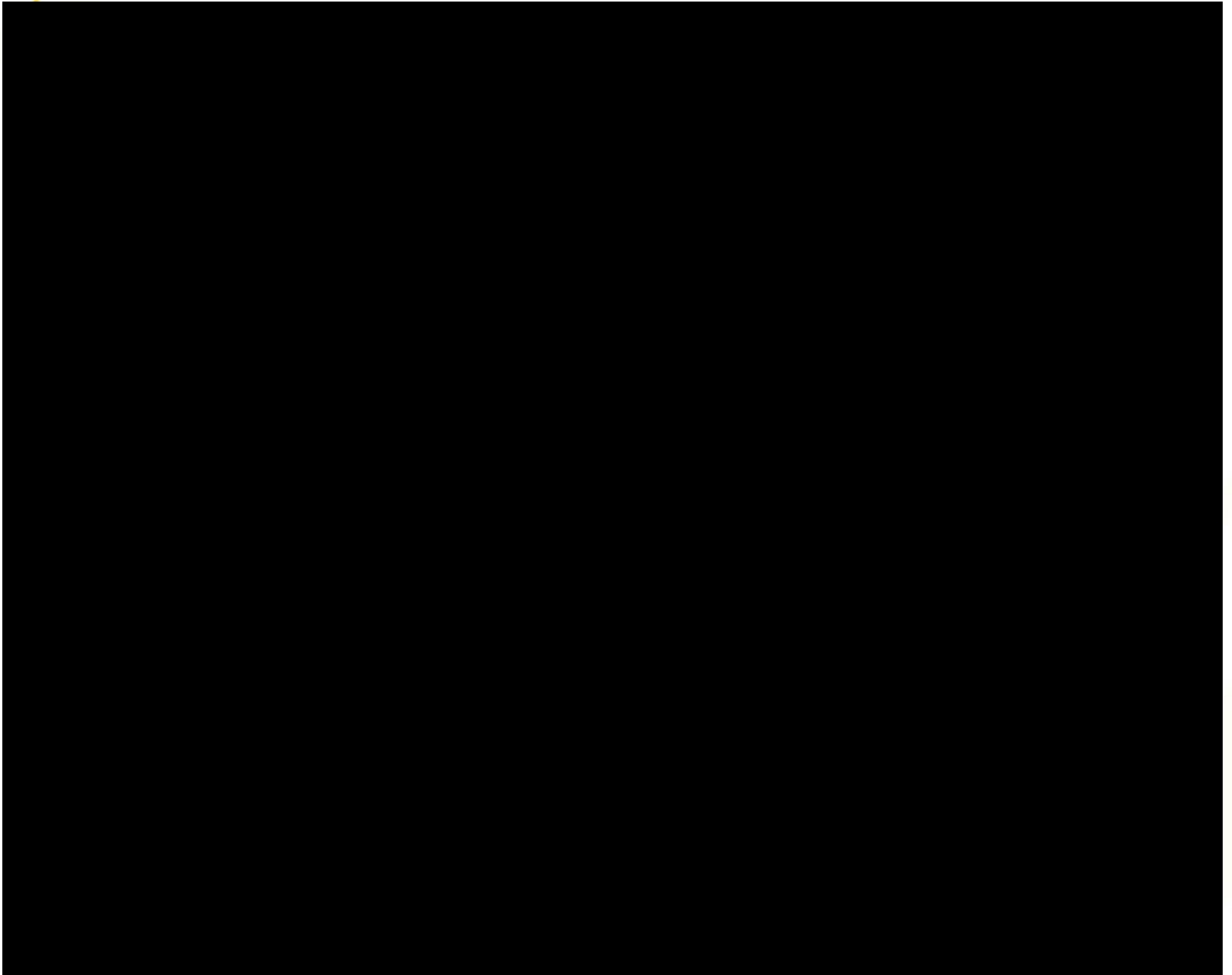
$$W = R \times I^2 \times t$$

Effet Joule



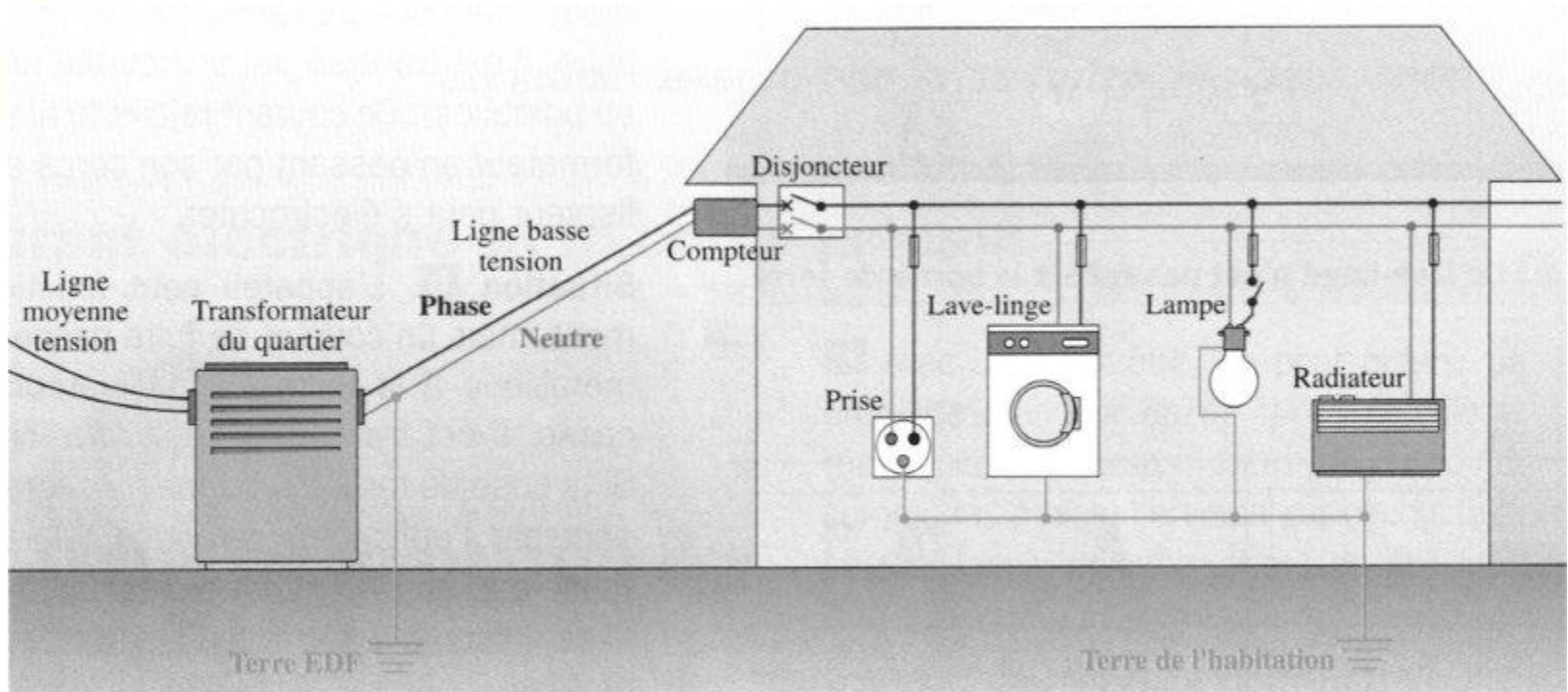
Deuxième Partie

LE RESEAU DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION EN FRANCE



Troisième Partie

L'ARCHITECTURE D'UNE INSTALLATION DOMESTIQUE

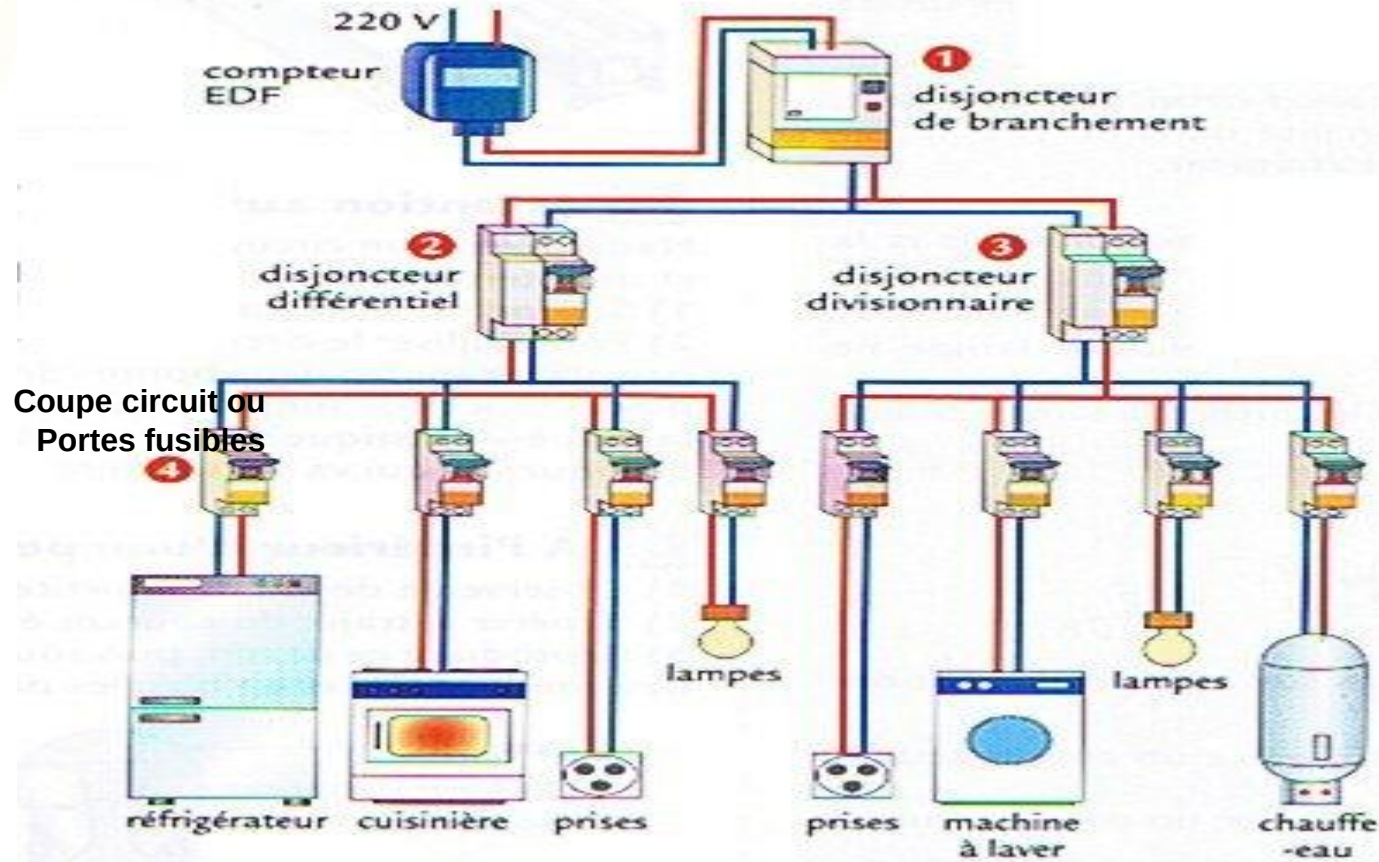


DISTRIBUTION DE L'ELECTRICITE AU PARTICULIER

L'INSTALLATION ELECTRIQUE DOMESTIQUE

SCHEMA DE PRINCIPE

- Compteur électrique
- Disjoncteur de branchement
- Tableau de répartition électrique comprenant les matériels suivants :
 - Disjoncteur différentiel ou interrupteur différentiel
 - Disjoncteur divisionnaires ou portes fusibles
 - Le coupe circuit ou portes fusibles
- Les conducteurs ou câblage électrique
- Les différents matériels : prises ; fiches, éclairage ; gros appareils ménagers ; convecteurs de chauffage...



LE COMPTEUR ELECTRIQUE

Un compteur électrique est un organe électrotechnique servant à mesurer la quantité d'énergie électrique consommée dans un lieu : habitation, industrie...

Il est utilisé par les fournisseurs d'électricité (ERDF...) afin de facturer la consommation d'énergie au client. A l'origine ces appareils étaient de conception électromécanique, aujourd'hui ils sont remplacés par des modèles électroniques.



LE DISJONCTEUR GENERAL DE BRANCHEMENT

C'est le point de liaison entre le réseau ERDF et l'installation électrique d'un abonné, appelé « point de livraison ».

Tout ce qui figure en amont du disjoncteur est régi par la norme NF C 14-100, exclusivement du ressort des intervenants ERDF et des entreprises sous-traitantes. L'aval (partie basse) est du domaine de la NF C 15-100 et est accessible à l'abonné.

C'est le dispositif de coupure d'urgence à privilégier.



Il se compose :

- Disjoncteur différentiel ou interrupteur différentiel :

Il Permet la détection d'une fuite de courant différentielle

- Disjoncteur ou portes fusibles :

C'est le dispositif automatique de coupure en cas de court circuit ou de surintensité (surcharge) sur votre installation électrique



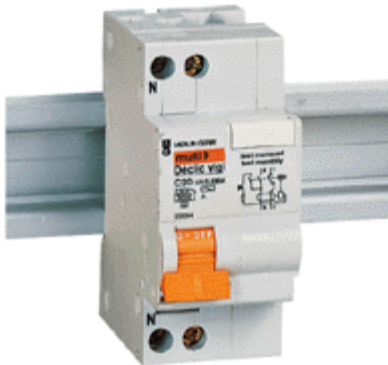
LE DISJONCTEUR DIFFERENTIEL

Un disjoncteur différentiel est un dispositif de protection capable d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur le circuit électrique.

Il protège :

- les circuits contre les surintensités en cas de surcharge ou de court-circuit.
- les personnes contre les contacts avec une phase (fuites de courant à la terre).

Le dispositif différentiel est basé sur le principe suivant : dans une installation normale, le courant électrique qui arrive par un conducteur doit ressortir par un autre. Dans une installation monophasée, si le courant dans le conducteur de phase au départ d'un circuit électrique est différent de celui du conducteur neutre, c'est qu'il y a une fuite. La différence d'intensité du courant à laquelle réagit un disjoncteur est appelée la "sensibilité différentielle du disjoncteur" (obligatoirement 30 mA sur les circuits terminaux domestiques),



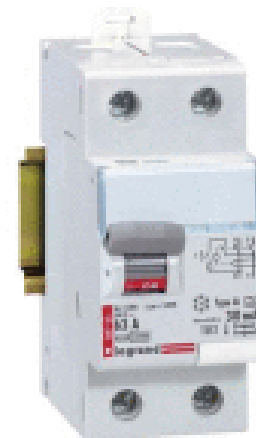
Fonction dans le tableau électrique :

L'interrupteur différentiel sert à détecter seulement les fuites de courant. Il protège les personnes.

L'interrupteur différentiel est là pour éviter ce problème. Il va contrôler en permanence la différence de courant qui circule entre la phase et le neutre. Si cette différence de courant dépasse un seuil (le calibre de l'interrupteur différentiel) alors le dispositif se déclenche et coupe l'alimentation.

Positionnement dans le tableau électrique :

L'interrupteur différentiel est toujours positionné en amont des disjoncteurs. Ainsi, il est en mesure de détecter toute fuite de courant.



Fonction dans le tableau électrique :

Le disjoncteur divisionnaire assure la protection des différents circuits de l'habitation (éclairage, chauffage, prises...). Il détecte les surintensités.

Positionnement dans le tableau électrique :

Le disjoncteur divisionnaire est positionné derrière l'interrupteur différentiel.



Fonction dans le tableau électrique :

Le coupe circuit ou porte fusible rempli les mêmes fonctions que le disjoncteur divisionnaire. C'est le système de détection et de réarmement qui diffère. Le fusible (la « cartouche » à l'intérieur du porte fusible, après avoir « fondu » doit être automatiquement remplacé.

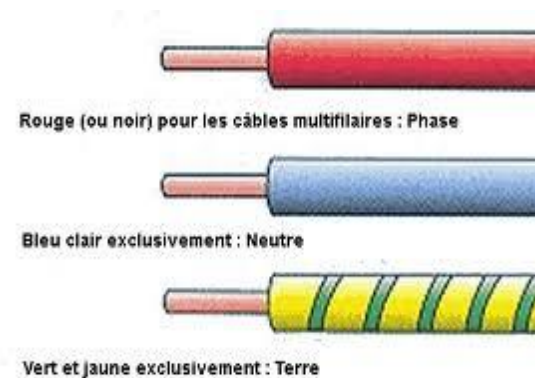
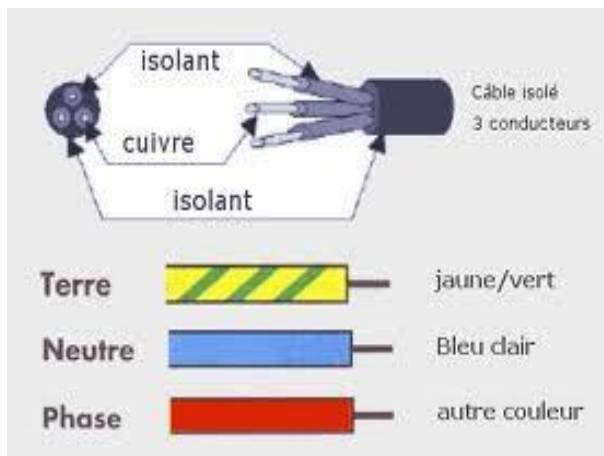
Positionnement dans le tableau électrique :

Le porte fusible est positionné au même endroit que le disjoncteur divisionnaire.

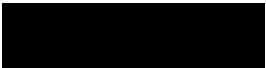


LES CONDUCTEURS OU CABLAGE ELECTRIQUE

Couleurs	Nom	Fonction
rouge, noir ou marron	conducteur de phase	conducteur par lequel le courant arrive
bleu clair	conducteur neutre	conducteur par lequel le courant repart
jaune et vert	conducteur de protection	mise à terre



Les Couleurs des Conducteurs

couleurs des conducteurs	NORME NFC 15-100	ANCIENNE NORME
	NEUTRE	
	TERRE	
	PHASE	
	PHASE	
	PHASE	
	NAVETTE	
		NEUTRE
		TERRE

Section en mm²	Intensité en ampères	Puissance en watts
1,5	10	2300
2,5	16	3680
4	20	5750
6	32	7360
10	40	9200
16	63	14490

Quelques exemples

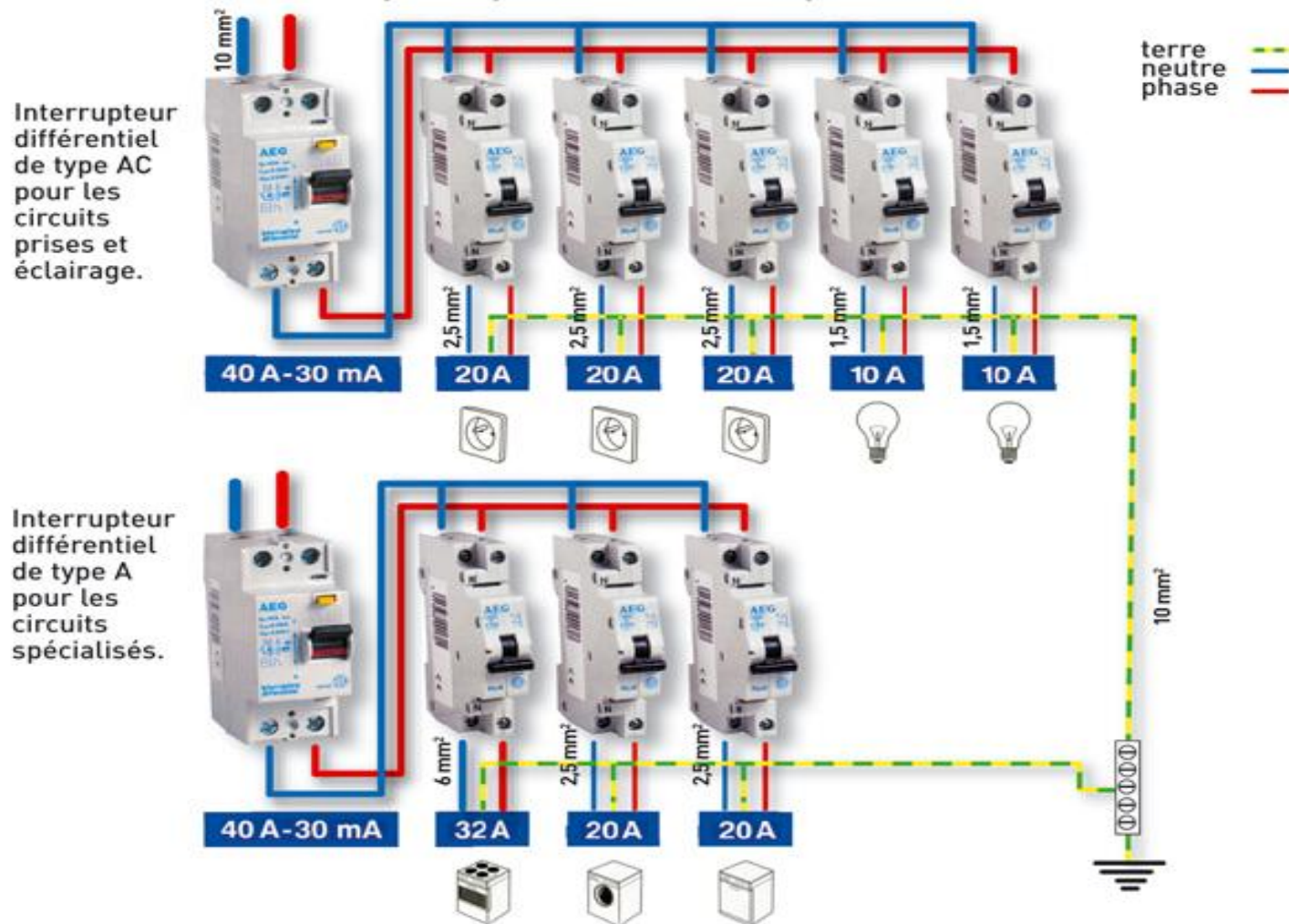
Circuits à protéger	Calibre du fusible	Puissance maxi	Section des fils
Eclairage	10A	2000W	1,5mm ²
Prises domestique	16A	3500W	2,5mm ²
Lave Linge	20A	4000W	4mm ²
Cuisinière	32A	7000W	6mm ²

Base de calcul pour déterminer le calibrage des fusibles

Puissance (I)/Voltage (V)= Ampérage (A)

Puissance	W/V	Courant consommé
100W	100/220	0,45A
500W	500/220	2,27A
750W	750/220	3,40A
1000W	1000/220	4,54A
2000W	2000/220	9,09A
2500W	2500/220	11,36A
3500W	3500/220	15,91A

Schéma de principe d'un tableau précâblé



BLOC DE RÉPARTITION

Disjoncteur E.D.F.

Bornier de terre

Bloc de répartition

Coupure phase + neutre
obligatoire depuis le 20 avril 1988

Obtuteur

Boîte de dérivation

1,5 mm²

1,5 mm²

2,5 mm²

2,5 mm²

6 mm²

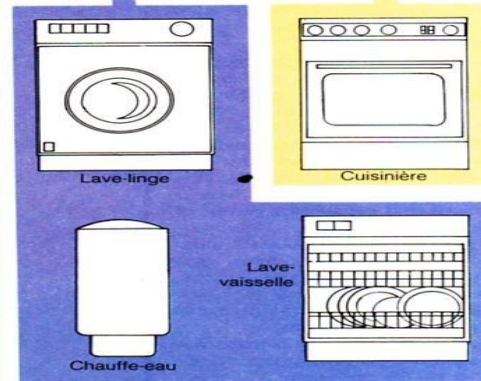
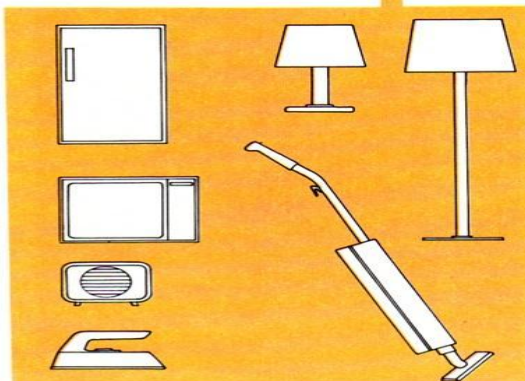
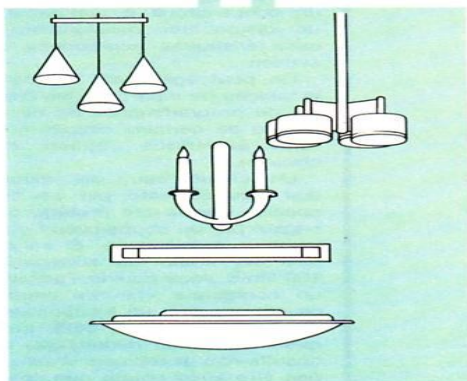
Interrupteur

Va-et-vient

Prises 10-16 A

Prise 20 A avec terre

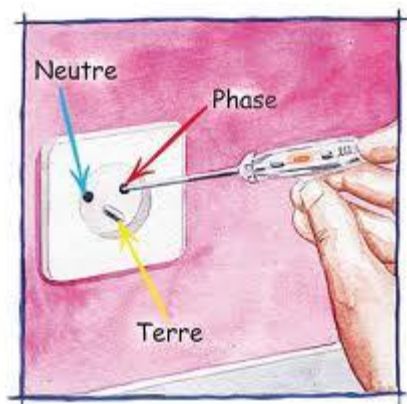
Prise 32 A avec terre



L'APPAREILLAGE ELECTRIQUE

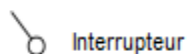
Une **prise électrique** est un connecteur permettant de relier les appareils domestiques ou industriels au réseau électrique.

On distingue la prise murale femelle, la prise male et la multiprise.





Symboles électriques normalisés



Interrupteur



Interrupteur avec voyant



Interrupteur va et vient



Bouton poussoir



Bouton poussoir avec voyant



Prise de courant



Lumière plafond



Lumière applique



Tableau de répartition



Cumulus



Chauffage



Climatiseur



Réfrigérateur



Congélateur



Plaque de cuisson



Hotte



Lave vaisselle



Lave linge



Sèche linge



Quatrième Partie

L'ARCHITECTURE D'UNE INSTALLATION INDUSTRIELLE

L'armoire de distribution de type TGBT (Tableau Général Basse Tension) assure la fonction de distribution et de gestion d'énergie. Le TGBT est représenté par un système de coffrets et d'armoires.



Les grosses installations industrielles sont
séparées en deux parties bien distinctes
appelées:

- circuit de commande (230V monophasé ou basse tension)
- circuit de puissance (Puissance ou force 380V triphasé)

Circuit de commande :

Il comprend tous les appareils nécessaires à la commande et au contrôle des automatismes.

Il est composé de:

- Une source d'alimentation (Monophasé 230V ou très basse tension <50V)
- Un appareil d'isolement. (contacts auxiliaires du sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, disjoncteur).
- Appareils de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique).
- Organes de commande (contacteurs ou automates programmables)



Circuit de puissance :

Il comprend les appareils nécessaires au fonctionnement des récepteurs de puissances et sert à exécuter les ordres reçus du circuit de commande.

Il est composé de:

- Une source d'alimentation généralement 380 V triphasée.
- Un appareil d'isolement. (sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, relais de protection)
- Appareils de commande (les contacts de puissance du contacteur)
- Des récepteurs de puissance (des moteurs).



Cinquième Partie

**LES DIFFERENTS PHENOMENES QUI
PEUVENT SE PRODUIRE DANS UNE
INSTALLATION ET ETRE A
L'ORIGINE DU FEU**

- CHIMIQUE
- BIOLOGIQUE
- MECANIQUE
- ELECTRIQUE

Il y a trois phénomènes physiques électriques de base

- L'échauffement
- L'arc électrique
- L'étincelle

Echauffement

Energie émise sous forme de chaleur par effet Joule proportionnelle à la résistance, au carré de l'intensité pendant un certain temps.

L'arc électrique

Passage du courant électrique d'un conducteur à un autre à travers un gaz ionisé.

(Température d'arc de 6000 à 10000°C)

L'étincelle

Emission de particules chaudes ou en fusion
qui se poursuit parfois par un arc bref

ANALYSE DES CAUSES D'ALLUMAGE

L'échauffement de câble

Chaque conducteur électrique a une intensité limite normalisée d'emploi en fonction des conditions de pose et de température ambiante.

Le dépassement de cette intensité limite conduit à un échauffement excessif par effet Joule qui peut dégrader les isolants électriques.



Défaut impédant ou résistance au passage du courant électrique.

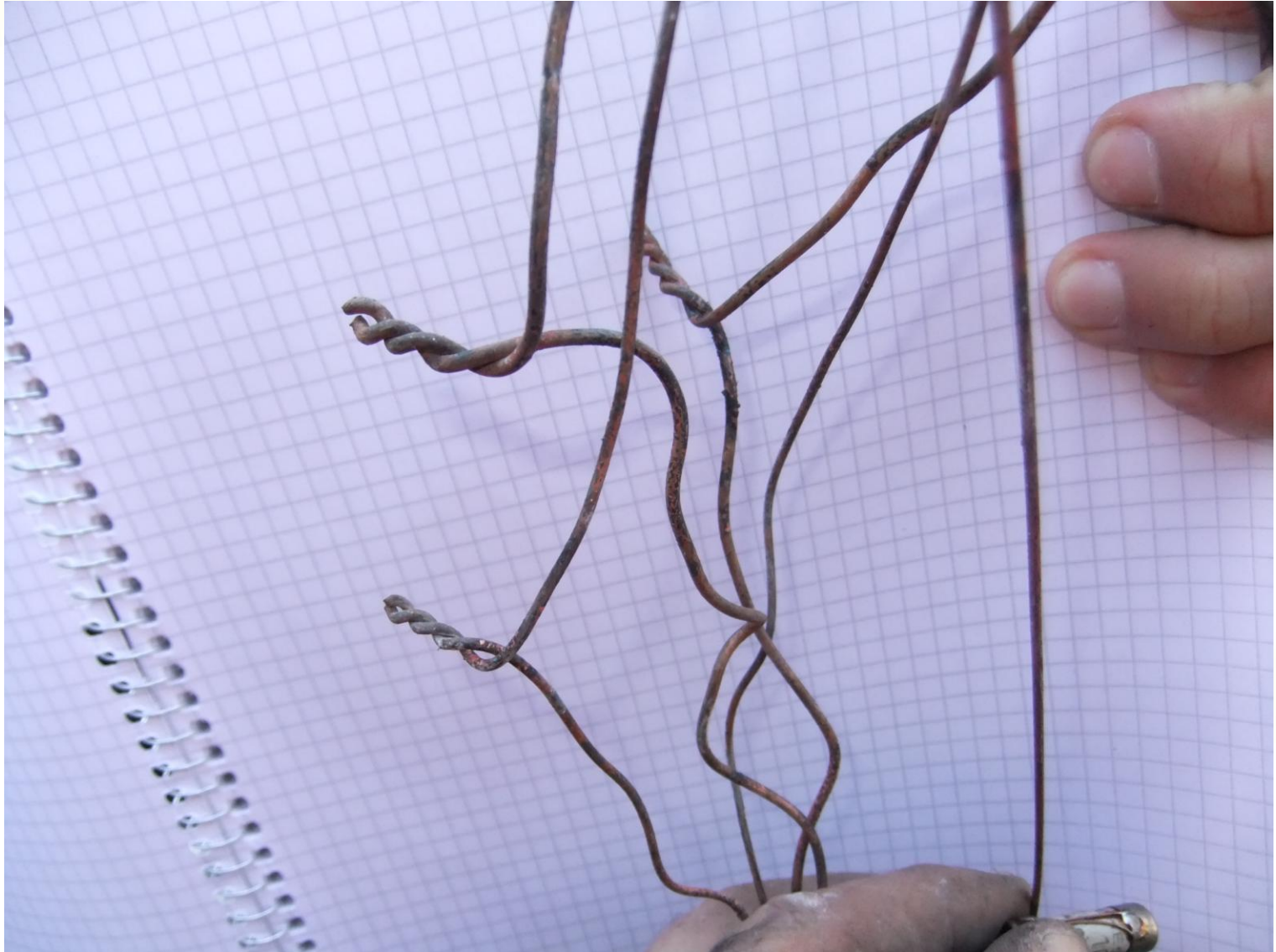
Il peut s'agir d'une connexion mal serrée ou oxydée, ou encore de la réduction de section d'un conducteur.

L'impédance ou la résistance supplémentaire créée génère un échauffement localisé par effet Joule qui peut conduire à la détérioration de l'isolant et/ou l'amorçage d'un arc électrique.











Court Circuit

Défaut franc entre deux conducteurs (phases et/ou neutre). L'impédance de contact est très faible, donc l'énergie à l'endroit du court circuit est très faible.

Contrairement au langage courant et aux idées reçues, ce défaut ne présente qu'un risque d'incendie très faible si la protection contre les surintensités est bien adaptée.







Mise à la terre d'une phase

La mise à la terre d'une phase peut être à l'origine d'une étincelle ou d'un court circuit.

- Protection différentielle des personnes (30mA)
- En l'absence de protection différentielle par atteinte de surintensité rompue par le disjoncteur ou le fusible.

La Foudre

Arc électrique amorcé entre un nuage et la terre.

- Coup de foudre direct sur installation.
- Coup de foudre au sol avec remontée par la prise de terre (100V/m).

La décharge électrostatique

Décharge d'électricité statique d'un matériau dans un milieu explosif ou exceptionnellement sur des composants électroniques.

La rupture de neutre

Déconnexion du neutre du potentiel de la terre créant ainsi un potentiel flottant pouvant dépasser les 500V.

Destruction de nombreux récepteurs et possibilité de multiples mises à feu.

Perturbation dans le fonctionnement d'un récepteur

- Feu de téléviseur,
- Sécurité de température HS sur un appareil chauffant (cafetière, bouilloire, grille pain...)
- Echauffement d'un moteur électrique par grippage ou résistance mécanique (lave linge, pompe à eau, compresseur de frigo...)

Sixième Partie

COMPORTEMENTS DES INSTALLATIONS SOUS L'EFFET DU FEU

- Fusion des isolants des conducteurs :
 - Entre phase et terre (défaut d'isolement)
 - Entre phase et neutre (arc et court-circuit)

Traçage du ou des arcs



Figure 14.30 Chaque point de passage d'un arc dans ce câblage a été identifié par une étiquette numérotée. Photo fournie par Yates & Associates.

de la source électrique a été le premier à subir un arc électrique, ce qui signifie qu'il a été le premier à être exposé à la chaleur et, par conséquent, que c'est probablement celui qui se trouve le plus près du point d'origine. En dressant un schéma des lieux, l'enquêteur peut documenter ces traces. Il est également possible de créer des schémas pour des zones restreintes comme une section d'un mur autour d'une boîte de jonction ou une zone d'une pièce où beaucoup de câbles sont branchés dans la même prise.

Avant de créer le schéma, il faut une esquisse précise de la pièce étudiée. La norme NFPA 921 fournit une procédure possible pour réaliser un schéma une fois dessinée la première esquisse. Les enquêteurs peuvent chacun établir leur propre méthode pour réaliser le schéma des arcs. Toutefois, tout bon schéma doit comprendre les renseignements qui suivent :

1. L'identification de tous les conducteurs et, dans la mesure du possible, les éléments suivants :
 - Charge dans chaque circuit
 - Sens dans lequel le courant circulait
 - Emplacement des boîtes de jonction, des interrupteurs, des prises ou des autres mécanismes de contrôle du système électrique
 - Taille et protection de surintensité de chaque conducteur
2. Une description des signes observés sur les points de passage des arcs électriques, notamment :
 - Signes d'un court-circuit entre deux parties du même câble
 - Signes d'un court-circuit entre deux câbles
 - Conducteurs complètement coupés
 - Conduits mis à la terre
 - Éléments conducteurs du bâtiment

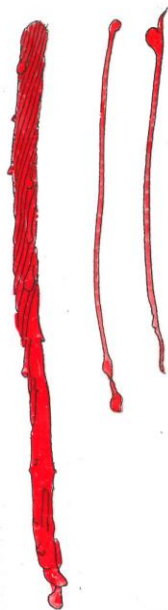
- Fusion des conducteurs en cuivre ou en aluminium.

Dégradation progressive des fils par fusion du métal.

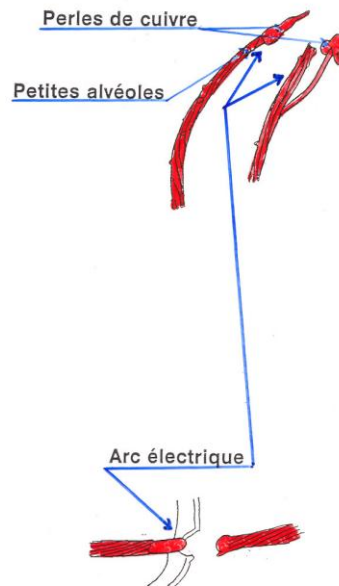
FUSION DU CUIVRE

Fils en cuivre fondus par
la chaleur d'un incendie

$T_f = 1093^{\circ}\text{C}$



Fusion localisée du conducteur



Septième Partie

EXEMPLES DE DYSFONCTIONNEMENTS ET CAS PRATIQUES

Sur l'installation avant l'incendie

- De quand date l'installation ?
- Par qui a-t-elle été réalisée (professionnel ou bricoleur) ?
- Existe-t-il un schéma des installations électriques ?
- Existe-t-il un repérage des fusibles ou protections ?
- Y a-t-il eu des modifications sur l'installation ?
- Sous quelle tension le courant est-il livré ?
- Des incidents sont-ils survenus, à quel moment et lesquels ?
- Le courant était-il coupé par EDF avant l'incendie ?
- Du matériel électrique venait-il d'être installé ?
- Vos voisins ont-ils eu des anomalies dans leur alimentation ?
- Y-avait-il des rongeurs ?
- Y-a-t-il un groupe électrogène ? Un onduleur ?

Les questions à poser pour l'électricité

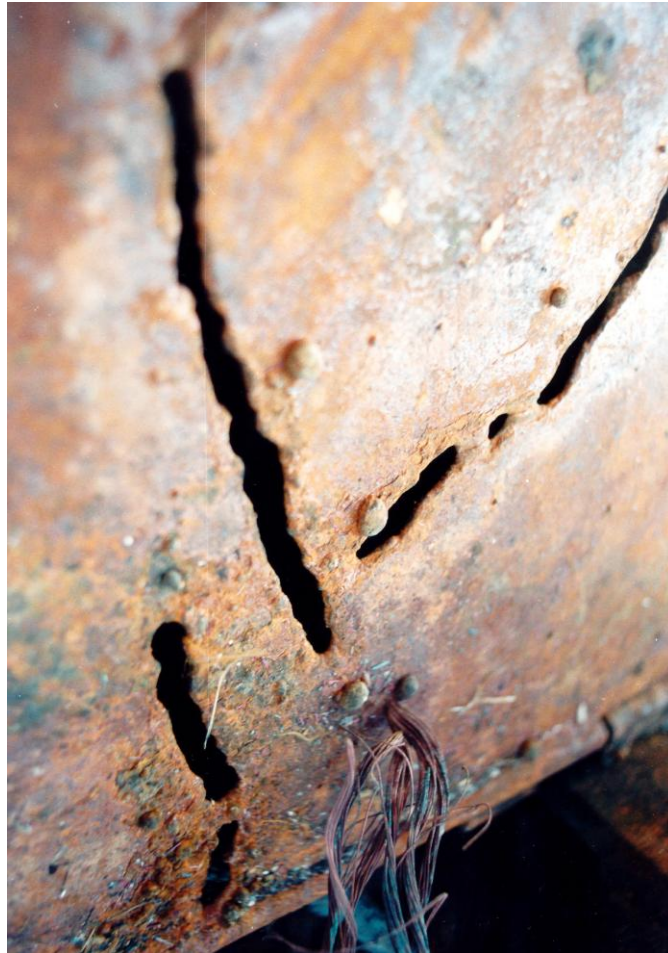
Sur les circonstances de l'incendie

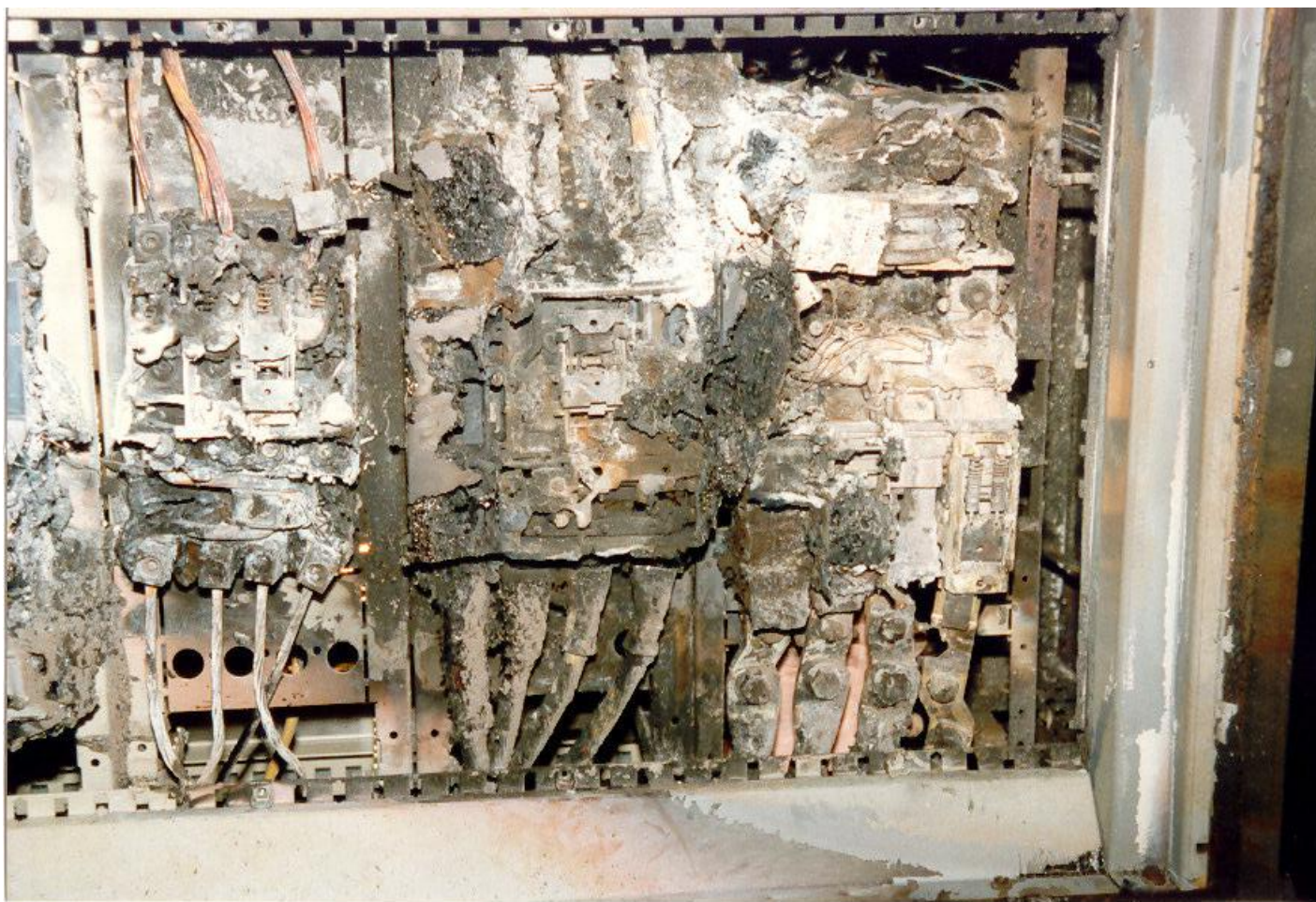
Des témoins ont-ils aperçus des anomalies dans les installations électriques?

- ❖ Quelles étaient les parties ou zones sous tension ?
- ❖ Y-avait-t-il des appareils en fonctionnement ?
- ❖ Le courant a-t-il été coupé, si oui par qui et à quel moment ?
- ❖ Y avait t-il un orage au moment ou dans les heures précédant l'incendie?
- ❖ L'EDF est-elle intervenue au moment du sinistre ? Si oui quelle a été son constat ?
- ❖ Les voisins ont-ils constatés des anomalies ou des dysfonctionnements de leur installation au moment de l'incendie?
- ❖ Selon les témoins au sens large quels disjoncteurs ou fusibles ont été sollicités?
- ❖ Etablir la chronologie des mises hors tension au cours de l'incendie







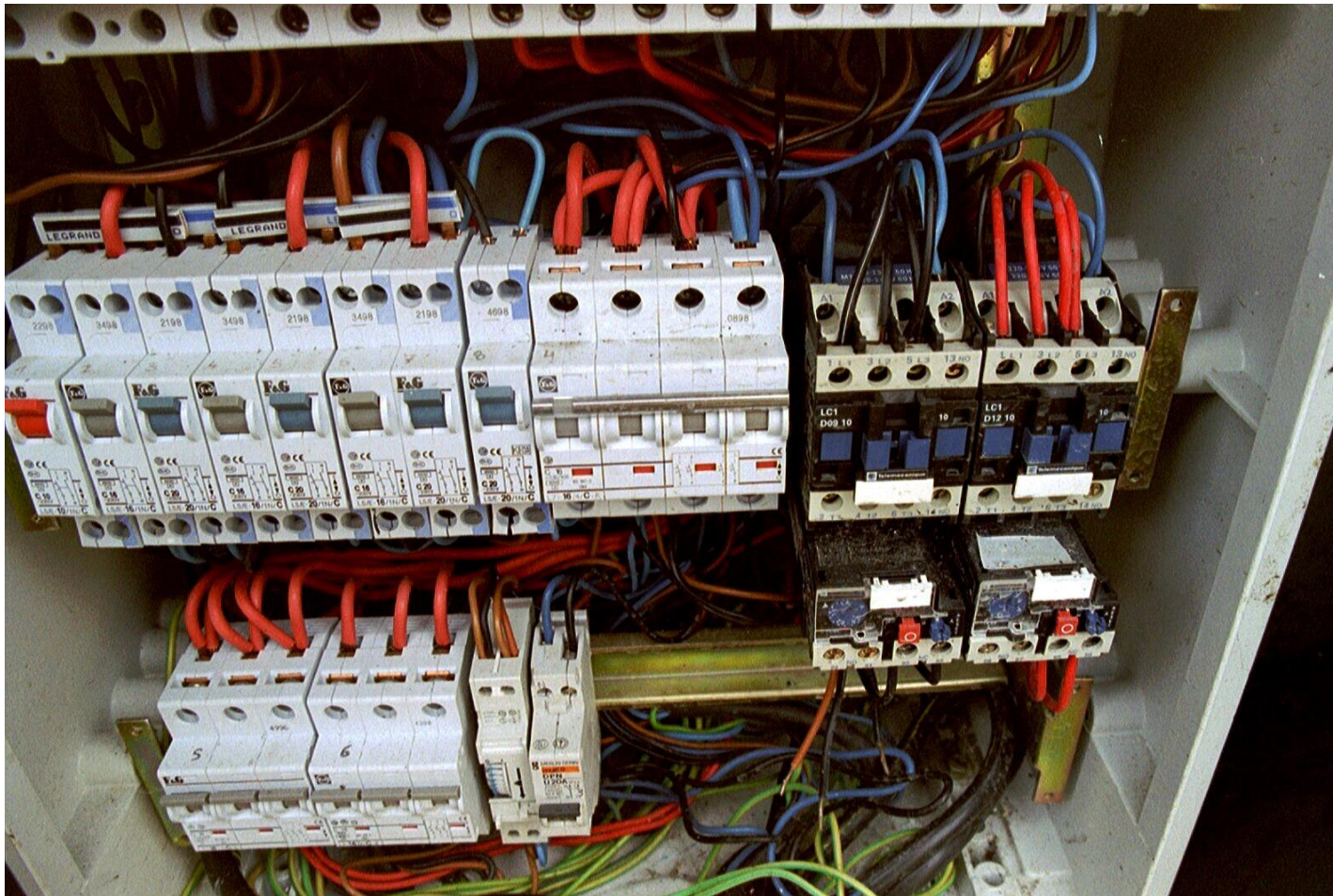


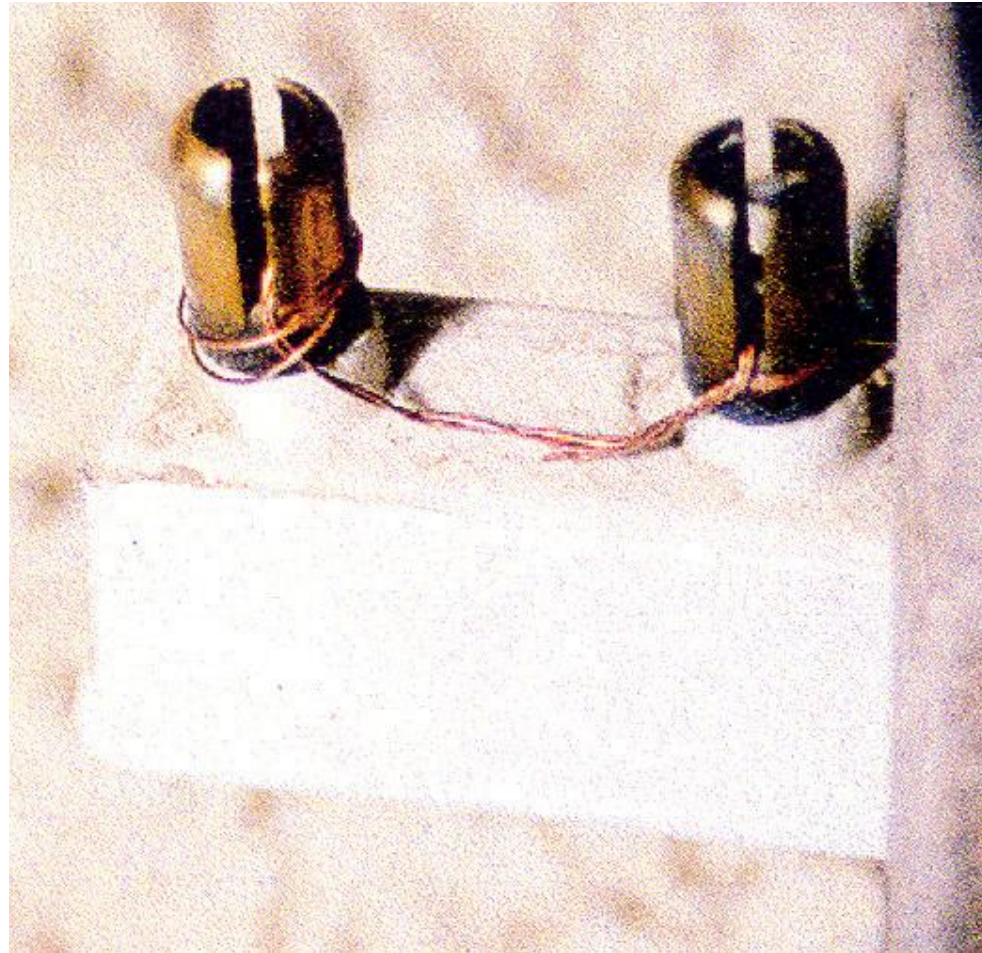


















ENSO SP







Sécurité des investigateurs :

- Tensions résiduelle.
- Circuit partiellement coupé
- Remise de tension.

Test de continuité :

- Fusibles
- Câbles
- Résistance

Hotline électrique :
Stéphane MEISSAT
06.23.24.63.52